

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Übersetzung der
europäischen Patentschrift

97 EP 0 588 014 B 1

10 DE 693 31 087 T 2

51 Int. Cl. 7:
H 04 B 10/14
G 02 B 6/42

- 21 Deutsches Aktenzeichen: 693 31 087.1
96 Europäisches Aktenzeichen: 93 111 357.5
96 Europäischer Anmeldetag: 15. 7. 1993
97 Erstveröffentlichung durch das EPA: 23. 3. 1994
97 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 7. 11. 2001
47 Veröffentlichungstag im Patentblatt: 6. 6. 2002 ✓

- 30 Unionspriorität:
943641 11. 09. 1992 US
- 73 Patentinhaber:
Motorola, Inc., Schaumburg, Ill., US
- 74 Vertreter:
Pfeifer, L., Dr., Pat.-Anw., 65203 Wiesbaden
- 84 Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

- 72 Erfinder:
Lebby, Michael S., Apache Junction, Arizona 85219,
US; Hartman, Davis H., Phoenix, Arizona 85044, US

- 54 Optischer Bus mit optischen Sende- und Empfangsmodulen

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 693 31 087 T 2

Optischer Bus mit optischen Sender-Empfänger-Modulen

Die vorliegende Erfindung betrifft einen verbesserten
5 optischen Bus und insbesondere verbesserte Sender-Empfänger-
Module zur Verwendung mit einem optischen Bus.

Hintergrund der Erfindung

10

Das heutige Leben findet mitten in einer Informationsexplo-
sion statt. Die rasche Entwicklung der Rechen- und Telekommu-
nikationstechnologien in den 80-er Jahren des 20. Jahrhun-
derts diente als ein Tor zu einer vollkommen neuen Welt.
15 Trotz der ständig steigenden Kapazität zum Speichern und
Wiederabrufen von Informationen scheint der Bedarf an dieser
Kapazität schrittweise anzusteigen. Die Entwicklung von
Personalcomputersystemen sowie von persönlichen Kommunikati-
onssystemen wird diesen Bedarf auch im 21. Jahrhundert weiter
20 ansteigen lassen. Wenn der Bedarf an Informationskapazität
steigt, wird auch der Bedarf am Transport dieser Daten
anwachsen. Computerentwickler können sich nicht länger den
Luxus erlauben, die Zusammenschaltung als ein Anhängsel ihrer
Prozesse der Computerentwicklung zu behandeln.

25

Gegenwärtig hat die Glasfaserindustrie einen Marktanteil bei
der Telekommunikation erreicht und beginnt, in die Märkte der
lokalen Netze (LAN) einzudringen. Diese Industrie unterstützt
jedoch noch die kostenintensive Struktur, die mit Lösungen
30 der Telekommunikation verbunden ist. Diese kostenintensive
Struktur hat das erfolgreiche Eindringen der Optik in die
umfangreichen Märkte der Verbindungen verhindert, die mit der
Industrie der Desktop-Computer verbunden sind.

Das dem heutigen Desktop-Markt zugrundeliegende Muster ist eine bedeutende Wachstumsrate in einem Markt, der durch Kupferkabel mit einer begrenzten Bandbreitenkapazität dominiert wird. Wenn Computer leistungsfähiger werden, wird
5 der Bedarf an kostengünstigen leistungsstarken Verbindungen ansteigen. Es wird beispielsweise erwartet, dass dann, wenn in 1 bis 2 Jahren hochauflösende Monitore auf den Markt kommen, der Bedarf an einer kostengünstigen leistungsstarken Verbindung bedeutend ansteigen wird.

10

Die Technologie der Glasfaseroptik wurde bei ihrer Einführung in den späten 60-er Jahren mit der Herausforderung der Durchdringung des Elektronikmarkts konfrontiert. Als die Dämpfung der Glasfaser in den späten 70-er Jahren auf weniger
15 als 1 dB/km dramatisch reduziert wurde, ergab sich die Möglichkeit, die Ersetzung der teuren Kupfer-Übertragungsleitungen durch eine einzelne Glasfaser zu beginnen. Die Übertragung von vielen Telefongesprächen über große Entfernungen ohne Zwischenverstärkung konnte schließlich zu
20 einer bedeutenden Reduzierung der Systemkosten pro Kanal und Meile führen. Da die Kosten von Telekommunikationssystemen größtenteils durch die Kabelkosten bestimmt wurden, konnte die Glasfaserlösung ohne Berücksichtigung der Kosten für die elektrooptischen Schnittstellen implementiert werden. Eine
25 wesentliche Konsequenz dieser Situation sind noch heute die sehr hohen Kosten der Herstellung dieser Schnittstellen.

Die Einführung der Glasfaserübertragungen in Computersysteme erfolgte weit später als die Verwendung der Faseroptik in der
- 30 Telekommunikationsindustrie. Dies sollte nicht überraschen, da die Gütezahl der Kosten pro Kanal und Meile, die ursprünglich die Glasfaseroptik bestimmte, in der Computerindustrie nicht so wichtig ist. Stattdessen werden Computerentwicklungen durch die Notwendigkeit bestimmt, kostengünstige
35 leistungsstarke Informationsverarbeitungssysteme und Ausrüs-

tungen zu erzeugen. Hardwarelösungen beziehen sich meist auf die Unterbringung in festen Baugruppen und auf Verbindungen. Während diese Lösungen, für Hersteller von Computeraus-
rüstungen immer einen hohe Priorität besessen haben, haben
5 sie erst kürzlich eine etwas andere Bewertung erfahren. Da die Geschwindigkeit der Mikroprozessoren nun rasch in den Bereich von 100 Mb/s und darüber hinaus erhöht wird, wird es sehr schwierig, die Probleme der Entwicklung und Herstellung von Schaltkreisen von den Problemen der Baueinheiten und
10 Verbindungen zu trennen. Stattdessen sind Baueinheiten und ihre Zusammenschaltungen untrennbarer Teil von Schaltkreisen.

Das Dokument (IEEE Multi-Chip Module Conference MCMC-92, Santa Cruz, California, 19.-20. März 1992, Proceedings, IEEE
15 Computer Society Press, Los Alamitos, K. P. Jackson u.a., S. 142-145) offenbart ein optoelektronisches Mehrchip-Modul, das für die Reduzierung der Kosten einer Glasfaserverbindung geeignet ist.

20 Die Geschwindigkeiten der Computerverarbeitung haben sich während der letzten Dekade eines stetigen und eindrucksvollen Wachstums erfreut und es wird erwartet, dass sich dieser Trend fortsetzt, obwohl bedeutende technische Probleme einhergehen. Da Computer komplexer werden, ergibt sich eine
25 zusätzliche Verbindungskomplexität, die zu stärker eingeschränkten Freiheitsgraden bei der Systementwicklung führt. Routinemäßig erfolgt die Fragestellung, ob beispielsweise Rückwandplatinen oder Träger-Leiterplatten (Motherboard) wirklich erforderlich sind und bei welchem Kosten-Leistungs-
30 Verhältnis sie sinnvoll sind. Probleme, wie etwa die Systempartitionierung, die für den durch sie hervorgerufenen speziellen Freiheitsgrad eine innovative Entwicklung erfordern, müssen gelöst werden.

Zusammenfassung der Erfindung

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen neuen und verbesserten Bus für optische Sender-Empfänger-Module zu schaffen.

Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen neuen und verbesserten Bus für optische Sender-Empfänger-Module sowie ein Verfahren der Herstellung zu schaffen, das relativ einfach und kostengünstig auszuführen ist.

Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen neuen und verbesserten Bus für optische Sender-Empfänger-Module mit stark vergrößerter Geschwindigkeit und Bandbreite gegenüber gegenwärtigen Drahtverbindungen zu schaffen.

Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen neuen und verbesserten Bus für optische Sender-Empfänger-Module zu schaffen, der als Computerverbindung verwendet werden kann und Computerherstellern zusätzliche Freiheitsgrade bringt.

Die oben beschriebenen Probleme werden zumindest teilweise gelöst und die Aufgaben werden durch ein optisches Sender-Empfänger-Modul realisiert, das enthält: einen Lichtdetektor mit einem optischen Eingang und mit einem elektrischen Anschluss, der an seiner ersten Oberfläche angeordnet ist; einen Lichtgenerator mit einem optischen Ausgang und einem elektrischen Anschluss, der an seiner ersten Oberfläche angeordnet ist; einen Lichtwellenleiter, der mehrere beabstandete Lichtleitkerne enthält, die an den gegenüberliegenden Enden des Wellenleiters jeweils erste und zweite Enden aufweisen, die optisch zugänglich sind; mehrere elektrische Leiter, die jeweils einem unterschiedlichen Kern der mehreren Kerne zugeordnet sind und jeweils einen von außen zugängli-

chen Kontakt, der in einem ersten Ende des Wellenleiters neben dem ersten Ende des zugehörigen Kerns angeordnet ist, und einen von außen zugänglichen Abschnitt, der an einer äußeren Oberfläche des Lichtwellenleiters angeordnet ist, aufweisen, wobei der Wellenleiter ferner mehrere Ausrichtungsmuffen aufweist, die in einem dem ersten Ende gegenüberliegenden zweiten Ende des Wellenleiters ausgebildet sind, wobei der Lichtdetektor an dem Ende des Wellenleiters so befestigt ist, dass der optische Eingang im wesentlichen auf das erste Ende eines ersten Kerns der mehreren Kerne ausgerichtet ist und der elektrische Anschluss mit dem von außen zugänglichen Kontakt des dem ersten Kern zugehörigen elektrischen Leiters in elektrischem Kontakt ist, wobei der Lichtdetektor an dem Ende des Wellenleiters so befestigt ist, dass der optische Eingang im wesentlichen auf das erste Ende eines zweiten Kerns der mehreren Kerne ausgerichtet ist, und der elektrische Anschluss mit dem von außen zugänglichen Kontakt des dem zweiten Kern zugehörigen elektrischen Leiters in elektrischem Kontakt ist; eine erste integrierte Schaltung, die einen Sender mit elektrischen Eingangs- und Ausgangsanschlüssen enthält; eine zweite integrierte Schaltung, die einen Empfänger mit elektrischen Eingangs- und Ausgangsanschlüssen enthält; eine Leiter- und Bestückungskarte, die einen ersten Montagebereich, auf dem der Lichtwellenleiter montiert ist, wobei das zweite Ende des Wellenleiters neben einem äußeren Rand der Karte angeordnet ist und von dieser nach außen zeigt, einen zweiten Montagebereich, auf dem die erste integrierte Schaltung montiert ist und der elektrische Leiter enthält, die sich von einer Stelle neben dem ersten Montagebereich zu einer Stelle neben dem zweiten Montagebereich erstrecken, und einen dritten Montagebereich enthält, auf dem die zweite integrierte Schaltung montiert ist und der elektrische Leiter enthält, die sich von einer Stelle neben dem ersten Montagebereich zu einer Stelle neben dem dritten Montagebereich erstrecken,

wobei die Karte weiter elektrische Eingangs- und Ausgangsanschlüsse enthält und die elektrischen Leiter, die sich von einer Stelle neben dem ersten Montagebereich zu einer Stelle neben dem zweiten Montagebereich erstrecken, so geschaltet sind, dass sie mit dem elektrischen Ausgangsanschluss des Senders und mit dem von außen zugänglichen Abschnitt des dem ersten Kern zugehörigen elektrischen Leiters in elektrischem Kontakt sind, und wobei der elektrische Eingangsanschluss des Senders so geschaltet ist, dass er mit einem Eingangsanschluss der Leiter- und Bestückungskarte in elektrischem Kontakt ist, wobei die elektrischen Leiter, die sich von einer Stelle neben dem ersten Montagebereich zu einer Stelle neben dem dritten Montagebereich erstrecken, so geschaltet sind, dass sie mit dem elektrischen Eingangsanschluss des Empfängers und mit dem von außen zugänglichen Abschnitt des dem zweiten Kern zugehörigen elektrischen Leiters in elektrischem Kontakt sind, und wobei der elektrische Ausgangsanschluss des Empfängers so geschaltet ist, dass er mit einem Ausgangsanschluss der Leiter- und Bestückungskarte in elektrischem Kontakt ist.

Außerdem werden die oben beschriebenen Probleme wenigstens teilweise gelöst.

25

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

In den Zeichnungen ist

30 Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines optischen Busses mit einem Sender-Empfänger-Modul, wobei Teile von diesem entfernt sind;

Fig. 2 eine perspektivische Explosivansicht des optischen Sender-Empfänger-Moduls, das in Fig. 1 dargestellt ist;

5 Fig. 3 eine perspektivische Explosivansicht eines Abschnitts des optischen Sender-Empfänger-Moduls, das in Fig. 2 dargestellt ist;

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer typischen CMOS-Schaltung;

10 Fig. 5 ein Schaltplan/Blockschaltbild eines Stoßmodus-Datenempfängers;

15 Fig. 6 eine Schnittansicht, wobei Teile von dieser entfernt sind, eines Abschnitts des optischen Sender-Empfänger-Moduls, gesehen von der Linie 6-6 in Fig. 1;

Fig. 7 eine stark vergrößerte Schnittansicht eines Abschnitts von Fig. 6; und

20 Fig. 8 eine Querschnittansicht des Abschnitts von Fig. 6, gesehen von der Linie 8-8 in Fig. 7.

25

Beschreibung der bevorzugten Ausführungen

Insbesondere in Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht eines optischen Busses 10 mit einem die vorliegende Erfindung
30 enthaltenden optischen Sender-Empfänger-Modul 12 dargestellt, wobei Teile von diesem entfernt sind. Der optische Bus 10 enthält ferner ein (nicht gezeigtes) zweites Modul, das mit dem Sender-Empfänger-Modul 12 identisch ist, und ein Glasfaserband 13 mit einem Verbinder 14 an jedem Ende (wobei
35 davon lediglich ein Ende gezeigt ist). Der Verbinder 14

enthält ein Paar nach außen gerichtete Pins 15, die vorgesehen sind, an den Ausrichtungsmuffen 16 in einem Rand des Sender-Empfänger-Moduls 12 in Eingriff zu gelangen. Die Pins 15 richten mehrere optische Kanäle im optischen Band 13 und im Verbinder 14 zu den optischen Eingängen/Ausgängen aus, die zwischen den Ausrichtungsmuffen 16 angeordnet sind. Es sollte selbstverständlich sein, dass der Verbinder 14 ebenfalls mit Muffen ausgebildet ist und dass die Enden der optischen Kanäle so geschliffen sind, dass sie lückenlos mit den optischen Eingängen/Ausgängen im Modul 12 zusammenpassen. Die Pins 15 werden dann entweder in die Muffen im Verbinder 14 oder im Modul 12 eingesetzt und verankert.

Das Sender-Empfänger-Modul 12 besitzt außerdem mehrere elektrische Eingänge/Ausgänge 18, die an seinem verbleibenden Rand angeordnet sind. Während die elektrischen Eingänge/Ausgänge 18 in dieser speziellen Ausführung als Leitungen dargestellt sind, wie etwa ein Kupferleitungsrahmen, ist für Fachmänner selbstverständlich, dass die elektrischen Eingänge/Ausgänge von jedem beliebigen Anschlusstyp sein könnten, wie etwa leitfähige Epoxidharz-Zuleitungen, Lotzuleitungen oder J-Leitungen zur Oberflächenmontage oder alle gewöhnlich verwendeten Zuleitungen für die Durchsteckmontage auf der Karte.

Fig. 2 ist eine perspektivische Explosivansicht des Sender-Empfänger-Moduls 12, wobei die oberen und unteren Kunststoff-Abdeckabschnitte 21 bzw. 22 entfernt sind, um die inneren Komponenten darzustellen. Während die Abdeckabschnitte 21 und 22 in dieser Patentanmeldung verwendet werden, um die inneren Komponenten des Sender-Empfänger-Moduls 12 einzukapseln, ist es für Fachmänner selbstverständlich, dass viele unterschiedliche Typen der Einkapselung in Abhängigkeit von der speziellen Anwendung, von der Umgebung usw. verwendet werden könnten.

Speziell in Fig. 3 wird eine vergrößerte perspektivische Ansicht der inneren Komponenten des Sender-Empfänger-Moduls 12 dargestellt. Eine Leiter- und Bestückungskarte 25 ist zur Montage der zahlreichen zu beschreibenden Komponenten vorgesehen. Die Karte 25 kann eine einfache silberbeschichtete Standard-Kupferplatte oder eine gedruckte Leiterplatte oder wie in der vorliegenden Ausführung eine laminierte Mehrlagenplatte sein, die dafür vorgesehen ist, dass auf ihr mehrere integrierte Schaltkreise angebracht werden. Der die elektrischen Eingänge/Ausgänge 18 bildende Anschlussrahmen ist bequem in die Laminierungen eingesetzt und mit den elektrischen Leitern 26 auf der oberen Oberfläche der Karte 25 auf eine der bekannten Arten elektrisch verbunden. Die Karte 25 weist drei unterschiedliche Montagebereiche 27, 28 und 29 auf, die auf ihr definiert sind, wobei sich die elektrischen Leiter 31 zwischen den Montagebereichen 27 und 28 und die elektrischen Leiter 32 zwischen den Montagebereichen 27 und 29 erstrecken.

20

In dieser speziellen Ausführung ist eine optische Schnittstelle 35 auf der Karte 25 auf dem Montagebereich 27 fest montiert und die integrierten Schaltkreise 36 und 37 sind auf der Karte 25 auf den Montagebereichen 28 bzw. 29 fest montiert. Die optische Schnittstelle 35 enthält alle optisch/elektrischen und elektrisch/optischen Umsetzungs-schaltungen und trennt deshalb alle Probleme der festen optischen Ausrichtung vom Rest des Sender-Empfänger-Moduls 12. Außerdem sind in dieser Ausführung die integrierten Schaltungen 36 und 37 in Paketbauweise zur direkten Montage mit Hilfe leitfähiger Epoxidharz-Anschlüsse, es ist jedoch selbstverständlich, dass jedes geeignete Mittel der Anbringung und Verbindung mit den elektrischen Leitern 26, 31 und 32 verwendet werden kann. Die integrierte Schaltung 36 enthält die Senderschaltungsanordnung zur Ansteuerung des in

35

der optischen Schnittstelle 35 enthaltenen Lichtgenerators durch Signale, die an den Eingängen/Ausgängen 18 empfangen werden. Die integrierte Schaltung 37 enthält die Empfänger-schaltungsanordnung zum Empfangen elektrischer Signale, die durch die in der optischen Schnittstelle 35 enthaltenen optischen Detektoren erzeugt werden, als Antwort auf Lichtsignale, die von der optischen Schnittstelle 35 empfangen werden. Zur Einfachheit dieser Beschreibung werden zwei getrennte integrierte Schaltungen 36 und 37 verwendet, es sollte jedoch selbstverständlich sein, dass die beiden integrierten Schaltungen in einem einzigen Halbleiterchip enthalten sein können.

Speziell in Fig. 4 wird eine schematische Darstellung einer typischen CMOS-Gate-Schaltung 38 erläutert. CMOS ist im Allgemeinen eine komplementäre Konfiguration von Transistoren, die P-Kanal-Bauelemente enthält, welche mit N-Kanal-Bauelementen verbunden sind. In der Gateschaltung 38 sind die Drain-Elektroden miteinander verbunden und liefern den Ausgang zu einem Lichtgenerator, wie etwa einen Oberflächen-emissionslaser 39 mit vertikalem Hohlraum (VCSEL), und die Gate-Elektroden sind zur Bildung des Eingangs miteinander verbunden. Wenn der Eingang in dieser Konfiguration auf Tiefpegel ist, ist das N-Kanal-Bauelement ausgeschaltet und das P-Kanal-Bauelement ist eingeschaltet. Demzufolge wird der Ausgang auf Hochpegel gesteuert, wodurch ein Source-Strom in den VCSEL 39, der eine Last mit geringer Impedanz ist, fließt. Wenn in ähnlicher Weise der Eingang auf Hochpegel ist, ist das N-Kanal-Bauelement eingeschaltet und das P-Kanal-Bauelement ist ausgeschaltet. Der Ausgang wird auf Tiefpegel gesteuert, der sich der Masse nähert. Somit ist für beide Zustände des Eingangs des Inverters einer der Transistoren ausgeschaltet. In jedem dieser Zustände fließt lediglich ein kleiner Strom. Ein bedeutender Strom fließt lediglich während der Übergänge vom Hochpegel zum Tiefpegel

oder vom Tiefpegel zum Hochpegel. Das Ergebnis besteht darin, dass die statische Verlustleistung viel geringer ist als in früheren Entwürfen des optischen Senders.

- 5 Die CMOS-Gate-Schaltung 38 wird in dem Sender verwendet, der in der integrierten Schaltung 36 enthalten ist, denn sie kann Lichtgeneratoren, wie den VCSEL 39, ohne die Notwendigkeit einer komplizierten speziellen Senderschaltungsanordnung direkt ansteuern. Indem beispielsweise VCSELS mit extrem
10 geringem Schwellenwert ($< 10 \text{ mA}$) verwendet werden, ist es nicht mehr notwendig, den Ausgang des Lasers mit einem Photodetektor (wie in früheren Laserschaltungen) zu überwachen, und komplizierte Rückkopplungsschaltungen, um den Laserausgang konstant zu halten, können nun eliminiert
15 werden. Außer der Tatsache, dass die Gateschaltung 38 äußerst einfach ist, wird sie wegen der Arbeitsgeschwindigkeit der Schaltung und der geringen benötigten Leistung verwendet.

- Wenn eine CMOS-Gate-Schaltung mit einer Laserdiode mit extrem
20 geringem Schwellenwert (wie etwa ein VCSEL oder ein Kantenemissionslaser mit Mehrquantenquelle und stark reflektierenden Beschichtungen) direkt verbunden ist, kann der Ausgang solcher Vorrichtungen durch die Stromschaltcharakteristiken der CMOS-Gate-Schaltung gesteuert werden. Es
25 ist unter diesen Umständen keine Vorspannung des Lasers erforderlich, so dass digitale Standard-CMOS-Komponenten lediglich unter Verwendung eines einzelnen Reihentransistors (zur Strombegrenzung) direkt mit dem Laser verbunden werden können. Dieses Konzept, das in dieser Patentanmeldung als
30 "Direktansteuerung" bezeichnet wird, vereinfacht die Senderschaltungen stark und verbessert das Verfahren der Herstellung des optischen Busses 10 und des optischen Sender-Empfänger-Moduls 12 bedeutend. In einer bevorzugten Ausführung der Senderschaltung enthält die CMOS-Gate-
35 Schaltung 38 einen integrierten CMOS-Schaltkreis mit

Hexadezimal-Inverter, wie etwa den Schaltkreis MC74AC04N, der von MOTOROLA, Inc. kommerziell verfügbar ist. Die Direktansteuerung des Lichtgenerators von normal käuflichen ELC-Komponenten kann außerdem zur Vereinfachung der Senderschaltung verwendet werden. Ein Beispiel einer normal käuflichen ELC-Komponente ist das Exklusiv-ODER-Gatter MC10E107FN der Reihe ECLinPS, das von MOTOROLA, Inc. verfügbar ist.

Somit kann jeder optische Kanal, der der Senderschaltungsanordnung zugehörig ist, Daten bei einer Geschwindigkeit übertragen, die ursprünglich durch ein CMOS-Gatter bestimmt wird (gegenwärtig eine Übertragungsrate von 150 MBit/s bei den von MOTOROLA, Inc. hergestellten Gattern der Reihe 1.2µm ACT), so dass der Bus 10 in Abhängigkeit von der zur Verfügung stehenden speziellen CMOS-Version parallele Daten im Bereich von wenigen MBit/s bis über 1 GBit/s liefern kann. Dieser Bereich des Datentransfers macht den Bus 10 insbesondere geeignet für die Verwendung in den oberen Desktop-Computern der nächsten Generation, die bei geringen Kosten und der Möglichkeit der Aufrüstbarkeit hohe Datenraten benötigen. Es sollte außerdem angemerkt werden, dass dann, wenn verbesserte CMOS-Schaltungen oder weitere Typen von Schaltungsanordnungen verfügbar werden, Systeme, die den optischen Bus 10 verwenden, einfach neue Sender-Empfänger-Module installieren, die die Aufrüstungen enthalten, und der Hersteller der Sender-Empfänger-Module muss bei seinem Montageprozess einfach die auferüsteten integrierten Schaltkreise verwenden, um auferüstete Sender-Empfänger-Module herzustellen.

Speziell in Fig. 5 wird ein Schaltplan/Blockschaltbild eines Stoßmodus-Datenempfängers 80, der die vorliegende Erfindung ausführt, erläutert. Der Stoßmodus-Datenempfänger 80 enthält eine Eingangsstufe 82, die in dieser Ausführung ein Transimpedanz-Verstärker ist, mit einem Eingangsanschluss 84,

der vorgesehen ist, um nicht lineare Eingangssignale zu empfangen. In dieser Ausführung besitzt der Eingangsanschluss 84 eine damit verbundene Photodiode 86, wobei die Diode 86 als Antwort auf einfallendes Licht binäre Signale an den
5 Eingangsanschluss 84 liefert. Der Stoßmodus-Datenempfänger 80 enthält ferner einen Verstärker 88 und eine Hysteresestufe 90. Die Eingangsstufe 82, der Verstärker 88 und die Hysteresestufe 90 sind miteinander direkt verbunden, wobei keine Koppelkondensatoren benötigt werden, da DC-Eingaben
10 keinen Einfluss auf den Verstärker 80 haben, wie jetzt deutlicher wird. Die an den Eingangsanschluss 84 gelieferten Signale sind Stromsignale und die Ausgangssignale der Hysteresestufe 90 sind verstärkte Spannungskopien der eingegebenen Stromsignale.

15 Die Eingangsströme erzeugen eine Schaltwirkung in der Schaltung 82 zwischen einem (nicht gezeigten) Transistorpaar, das das Eingangssignal im wesentlichen differenziert. Die Differenzierungswirkung der Stufe 82 hat Ausgangsimpulse zur
20 Folge, die an ihrem Ausgang erzeugt werden. Die Ausgangsimpulse von der Eingangsstufe 82 werden an den Verstärker 88 angelegt, der in dieser speziellen Ausführung ein Differenzverstärker ist. Durch die Verwendung eines Differenzverstärkers als Verstärker 88 werden die Gleichtakteigenschaften des
25 angelegten Signals entfernt und es wird ein echtes Differenzsignal erzeugt. Der Verstärker 88 kann so viele separate Verstärkerstufen enthalten, wie für die spezielle Anwendung erforderlich sind. Da die Ausgangssignale des Verstärkers 88 aus den Vorder- und Rückflanken der Eingangssignale erzeugt
- 30 werden, wird eine Impulsweitenverzerrung virtuell eliminiert.

Dieses Verfahren und diese Vorrichtung zum Erzeugen von Ausgangssignalen ohne Impulsweitenverzerrung besitzen den zusätzlichen Vorteil, dass sie in der Lage sind, Eingangssignale in einem Bereich von weniger als einem Mikroampere
35

bis mehr als einem Milliampere nachzusteuern, was einem dynamischen Bereich entspricht, der größer als ein Faktor von drei Dekaden oder 60 dB (RF) ist. Außerdem ist die Bandbreite der Eingangsstufe 82 nicht kritisch, es ist keine Linearität erforderlich und es können sehr langsame Signale nachgesteuert werden.

In dieser Ausführung der Hysteresestufe 90 schaffen (nicht gezeigte) interne Widerstände eine positive Rückkopplung vom Ausgang zum Eingang, wodurch die Schaltung in dem einen oder anderen der beiden Ausgangszuständen oder Logikpegeln zwischengespeichert wird. Die (nicht gezeigten) internen Widerstände bilden außerdem eine Versatzspannung, die von den Eingangssignalen übertroffen werden muss, bevor ein Umschalten zwischen den beiden Ausgangszuständen oder Logikpegeln erfolgt. Die Werte der internen Widerstände können in verschiedenen Anwendungen geändert werden, um die Versatzspannung so zu ändern, damit sie der Anwendung entspricht. Wegen der Speicherfunktion der Hysteresestufe 90 ist der Ausgang immer als einer der möglichen Ausgangszustände gespeichert, selbst wenn kein Eingangssignal vorhanden ist. Es ist somit nicht erforderlich, eine komplizierte Schaltungsanordnung vorzusehen, um den Mittelpunkt der Eingangssignale zu erfassen und die Ausgangssignale um die Eingangssignale zu zentrieren, damit eine Eingangsversatzspannung oder ein Stromsignal bereitgestellt wird.

Die Hysteresestufe 90 schafft eine Anzahl von Vorteilen für den Stoßmodus-Datenempfänger 80, einschließlich den Vorteil, dass beim Fehlen des Eingangssignals ein gespeicherter Ausgang vorhanden ist. Außerdem stellt die Hysteresestufe 90 Ausgangssignale mit kürzeren Anstiegs- und Abfallzeiten bereit, da dann, wenn die Hysteresestufe 90 getriggert wird, der Ausgang die Zustände umschaltet, wobei die Umschaltzeit lediglich von den Komponenten der Hysteresestufe 90 abhängt.

Außerdem wird der Versatz im Allgemeinen so eingestellt, dass er reichlich oberhalb der Störungs- und anderer Interferenzsignale im System liegt, so dass lediglich echte Datensignale die Hysteresestufe 90 triggern. Wie zuvor erwähnt wurde, ist wegen der neuartigen Hysteresestufe 90 eine Linearität in den
5 vorherigen Stufen keine Forderung. In den Stoßmodus-Datenempfänger 80 und insbesondere in die Hysteresestufe 90 kann ein Taktgeber leicht eingesetzt werden, um bei Bedarf taktgesteuerte Ausgangssignale zu liefern.

10

Fig. 6 ist eine von der Linie 6-6 in Fig. 1 betrachtete Schnittansicht eines Abschnitts des Sender-Empfänger-Moduls, wobei Teile entfernt sind. In dieser speziellen Ausführung enthält die optische Schnittstelle 35 einen gegossenen
15 Lichtwellenleiter 40, der in den Fig. 7 und 8 genauer betrachtet werden kann. Fig. 7 ist eine stark vergrößerte Schnittansicht der optischen Schnittstelle 35 und des gegossenen Wellenleiters 40. Fig. 8 ist eine von der Linie 8-8 in Fig. 7 betrachtete Querschnittansicht des gegossenen
20 Wellenleiters 40.

Der gegossene Wellenleiter 40 ist aus einer ersten Hüllschicht 42, einer zweiten Hüllschicht 44 und Kernen 45 aufgebaut. Die zweite Hüllschicht 44 ist mit axial verlaufen-
25 den Kanälen in ihrer inneren Oberfläche gegossen, wobei die Kanäle vorgesehen sind, darin unbearbeiteten Kernwerkstoff aufzunehmen. Die inneren Oberflächen der ersten gegossenen Hüllschicht 42 und der zweiten gegossenen Hüllschicht 44 sind typischerweise durch einen optisch durchlässigen Werkstoff
- 30 verbunden, der die Kerne 45 des Wellenleiters 40 bildet und als Klebstoff und als optisch durchlässiges Polymer wirkt. Der optisch durchlässige Werkstoff kann im Allgemeinen einer von verschiedenen Werkstoffen sein, wie etwa Epoxidharze, Kunststoffe, Polyimide oder dergleichen. Die Brechungsindizes
35 dieser optisch durchlässigen Werkstoffe reichen generell von

1,54 bis 1,58. Es sollte selbstverständlich sein, dass zur Bildung eines Lichtwellenleiters der Brechungsindex der Kerne 45 wenigstens um 0,01 größer sein sollte als der Brechungsindex der Hüllschichten 42 und 44.

5

In dieser speziellen Ausführung des gegossenen Wellenleiters 40 wird Epoxidharz verwendet, um die innere Oberfläche der ersten Hüllschicht 42 mit der inneren Oberfläche der zweiten Hüllschicht 44 zu verbinden. Die Anwendung des Epoxidharzes erfolgt in einer solchen Weise, dass es die Kanäle in der ersten Hüllschicht 42 vollständig ausfüllt, wodurch die Kerne 45 gebildet werden. Dadurch, dass die Kerne 45 durch die Hüllschichten 42 und 44 vollständig umgeben sind, besitzen sie hervorragende Leistungscharakteristiken zum Leiten von Licht oder Lichtsignalen. Diese hervorragenden Leistungscharakteristiken werden verwendet bei der Verbesserung von Anwendungen mit schnellen Kommunikationen, wie etwa Kommunikationen zwischen Chips, Kommunikationen zwischen Leiterplatte und Chip, Kommunikationen zwischen Leiterplatten, Kommunikationen zwischen Computern und dergleichen. Zusätzlich besteht bei den gegossenen Wellenleitern 40 die Möglichkeit, dass die Brechungsindizes der Hüllschichten 42 und 44 übereinstimmen.

Die zweite Hüllschicht 44 besitzt außerdem eine Masseebene oder einen Masseleiter 46, der an ihrer unteren Oberfläche befestigt ist. Außerdem sind mehrere elektrische Leiter 50, in dieser Ausführung jeweils ein Leiter für jeden Kern 45, in die erste Hüllschicht 42 eingegossen. Die elektrischen Leiter 50 liegen beispielsweise in Form eines flexiblen Anschlussrahmens vor, wobei Anschlussrahmen in der Halbleitertechnik wohlbekannt sind. Der Masseleiter 46 und die Leiter 50 sind aus einem beliebigen elektrisch leitfähigen Werkstoff, wie etwa Kupfer, Aluminium, Gold, Silber usw., gebildet.

35

Wie insbesondere in den Fig. 7 und 8 ersichtlich ist, sind die elektrischen Leiter 50 in die erste Hüllschicht 42 eingegossen und besitzen ein erstes Ende, das im Ende 55 des gegossenen Lichtwellenleiters 40 einen elektrisch zugänglichen Kontakt 52 bildet. Die elektrischen Leiter 50 erstrecken sich im Grundkörper der ersten Hüllschicht 42 und sind am Punkt 57 durch zwei Biegungen von im Allgemeinen 90° gebogen, so dass ein Abschnitt 58 jedes elektrischen Leiters 50 in der oberen Oberfläche der ersten Hüllschicht 42 liegt und für äußere elektrische Verbindungen verfügbar ist. Die Position des Abschnitts 58 in der oberen Oberfläche der ersten Hüllschicht 42 hängt von der speziellen Anwendung und von der Position und vom Typ der herzustellenden äußeren elektrischen Verbindungen ab.

Der Masseleiter 46 kann in die Hüllschicht 44 eingegossen oder mit dieser gemeinsam gegossen sein oder er kann auf der Hüllschicht 44 nach ihrer Bildung aufgebracht werden. Während der Masseleiter 46 in dieser speziellen Ausführung als eine Masseplatte bezeichnet ist, ist es ferner für Fachmänner selbstverständlich, dass der Masseleiter 46 in einigen speziellen Anwendungen in die zweite Hüllschicht 44 eingegossen sein kann und ähnlich zu den elektrischen Leitern 50 mehrere einzelne Leiter enthalten kann. In jedem Fall enthält der Masseleiter 46 im Allgemeinen einen von außen zugänglichen elektrischen Kontakt 59, der in einem Ende 60 der zweiten Hüllschicht 44 angeordnet ist, wobei das Ende 60 mit dem Ende 55 der ersten Hüllschicht 42 in einer Ebene liegt und beide Enden ein erstes Ende des Lichtwellenleiters 40 definieren. Außerdem enthält der Masseleiter 46 im Allgemeinen einen von außen zugänglichen elektrischen Abschnitt 62, der in einer äußeren Oberfläche der zweiten Hüllschicht 44 liegt.

Eine optische Anordnung 70 ist so dargestellt, dass sie am ersten Ende des Lichtwellenleiters 40 befestigt ist, wobei die optische Anordnung 70 wenigstens einen Lichtdetektor und einen Lichtgenerator enthält. In dieser speziellen Ausführung enthält die optische Anordnung 70 zwanzig optische Einrichtungen 72. Die optischen Einrichtungen 72 können jede von den in der Technik bekannten Einrichtungen sein, die Licht erfassen oder erzeugen, oder jede Kombination davon, wie etwa Photodioden, Leuchtdioden, Oberflächenlaser mit vertikalem Hohlraum, jeder andere bekannte Laser, Feldemissionsstrahler usw. Jede optische Einrichtung 72 enthält einen optischen Eingang/Ausgang 74, der in einer Oberfläche 75 der optischen Anordnung 70 angeordnet ist. Jeder der optischen Eingänge/Ausgänge 74 ist so auf einen unterschiedlichen Kern der Kerne 45 ausgerichtet, dass Licht, das sich längs des ausgerichteten Kerns 45 bewegt, in den Eingang/Ausgang 74 der optischen Einrichtung 72 eintritt, oder dass Licht, das von der optischen Einrichtung 72 erzeugt wird, den Eingang/Ausgang 74 verlässt, in den ausgerichteten Kern 45 eintritt und durch diesen zum entgegengesetzten Ende geleitet wird.

Jede optische Einrichtung 72 besitzt ein Paar beabstandeter elektrischer Anschlüsse, die in der Oberfläche 75 der optischen Anordnung 70 so angebracht sind, dass einer der Anschlüsse mit dem Kontakt 52 verbindet, der sich neben dem ausgerichteten Kern 45 befindet oder diesem zugehörig ist, und dass der andere Anschluss mit dem Kontakt 59 des Masseleiters 66 verbindet. Die elektrischen Anschlüsse jeder optischen Einrichtung 72 sind durch einen schweißbaren oder aufschmelzbaren Werkstoff, wie etwa leitfähiges Epoxydharz, Lot, Lötpaste usw., mit den Kontakten 52 und 59 verbunden, die an den Punkten 64 und 65 (siehe Fig. 7) neben den ausgerichteten Kernen 45 liegen oder diesen zugehörig sind. Da die elektrischen Leiter 50 im Allgemeinen in die

Hüllschicht 42 eingegossen sind und der Masseleiter 46 in die Hüllschicht 44 eingegossen ist oder auf deren Oberfläche aufgebracht ist, ist die Positionierung der Kontakte 52 und 59 ausreichend genau, um eine zufriedenstellende Ausrichtung der optischen Eingänge/Ausgänge 74 auf die Kerne 45 zu ermöglichen, wenn normale Robotereinrichtungen verwendet werden. Indem das Anschlusspaar jeder optischen Einrichtung 72 einfach auf die Kontakte 52 und 59 ausgerichtet wird, während gleichzeitig das visuelle Aufwärts/Abwärtssystem in einem Roboter zum Aufnehmen und Einsetzen von Chips verwendet wird, kann eine Toleranz von $\pm 2 \mu\text{m}$ erreicht werden. Bei Bedarf kann die Befestigung außerdem manuell erfolgen.

Wenn die optische Anordnung 70 physisch und elektrisch am Lichtwellenleiter 40 befestigt ist, wird die optische Schnittstelle 35 auf der Leiterplatte 25 durch Oberflächenmontage montiert. Die elektrischen Verbindungen zu den optischen Einrichtungen 72 erfolgen durch ein beliebiges Mittel, wie etwa Drahtbonden 78 (siehe Fig. 6), zwischen den von außen zugänglichen Abschnitten 58 und den Kontakten oder den Bondanschlussstellen auf der Leiterplatte 25. Im Allgemeinen gewährleistet ein einzelner Kontakt zum Masseleiter 46 eine Verbindung zur gegenüberliegenden Seite aller optischen Einrichtungen 72. Somit ist jede der zwanzig optischen Einrichtungen 72 entweder über den elektrischen Leiter 31 mit der Senderschaltungsanordnung im integrierten Schaltkreis 36 oder über den elektrischen Leiter 32 mit der Empfängerschaltungsanordnung im integrierten Schaltkreis 37 verbunden. Wenn alle Komponenten auf der Leiterplatte 25 fest montiert sind, wird die Baugruppe durch ein beliebiges Mittel eingekapselt, wie etwa durch Eingießen in Kunststoff unter Verwendung der oberen und unteren Kunststoffvergussabschnitte 21 und 22. Während des Einkapselungsvorgangs ist es erforderlich, die Zugänglichkeit der Muffen 16 und der Enden der Kerne 45 sicherzustellen.

Die optischen Eingaben/Ausgaben werden durch die Kerne 45 des Lichtwellenleiters 40 zwischen den optischen Eingängen/Ausgängen der optischen Einrichtungen 72 und den optischen Kanälen im optischen Bandkabel 13 und im Verbinder 14 übertragen. Die zwanzig optischen Kanäle im optischen Bandkabel 13 und im Verbinder 14 sind auf die Kerne 45 des Lichtwellenleiters 40 ausgerichtet, indem die Pins 15 des Verbinders 14 in den Muffen 16 des Lichtwellenleiters 40 in Eingriff gelangen. Im Allgemeinen wird der Verbinder 14 mit dem optischen Sender-Empfänger-Modul 12 mit Hilfe eines (nicht gezeigten) Druck-Schnapp-Verriegelungsmechanismus in Verbindung gehalten. In dieser speziellen Ausführung werden zwanzig Kanäle verwendet, wobei acht zur Übertragung optischer Signale vom Sender-Empfänger-Modul 12, acht zur Übertragung optischer Signale zum Sender-Empfänger-Modul 12 und vier zusätzliche Kanäle für Taktsignale, Parität und Bestätigungssignale verwendet werden. Während in dieser Patentanmeldung zwanzig Kanäle für das parallele Senden und Empfangen von acht Datenbits verwendet werden, ist es für Fachmänner selbstverständlich, dass bei Bedarf mehr oder weniger Kanäle verwendet werden können.

Gegenwärtig legt der International Optics Standard in optischen Verbindern die Abmessungen, den Abstand der Kanäle usw. fest. Da dieser Standard in der Anzahl der in einem Verbinder enthaltenen Kanäle begrenzt ist, kann es bequemer sein, einen Verbinder mit zwanzig (oder mehr) Kanälen herzustellen, in dem mehrere standardisierte kleinere Verbinder enthalten sind. Es ist beispielsweise in der vorliegenden Ausführung mit zwanzig Kanälen bequem, zwei optische Standard-Verbinder mit zehn Kanälen zu verwenden und sie mit einem flexiblen Werkstoff zu verbinden, der die gleichzeitige Kopplung der beiden Verbinder an das optische Sender-Empfänger-Modul 12 ermöglicht.

Somit ist der optische Bus 10, der das Sender-Empfänger-Modul 12 enthält, eine leicht herstellbare Alternative zu den heutigen elektrischen Bussen. Außer der Tatsache, dass er 5 relativ kostengünstig und einfach herzustellen ist, sind die Bandbreite und die Datenübertragungskapazität des optischen Busses 10 bedeutend größer als bei elektrischen Bussen mit einer ähnlichen Anzahl von Kanälen. Wenn sie in geeigneter Weise genutzt wird, kann die optische Alternative ferner dem 10 Computerentwickler neue Möglichkeiten der Partitionierung eröffnen. Bei neuen Möglichkeiten der Partitionierung werden die Hersteller außerdem neue Möglichkeiten der Baugruppenbildung haben.

Patentansprüche

1. Optisches Sender-Empfänger-Modul mit:

- 5 • einem Lichtdetektor (72) mit einem optischen Eingang (74) und einem elektrischen Anschluss (65), der auf einer ersten Oberfläche (75) des Lichtdetektors angeordnet ist;
 - 10 • einem Lichtgenerator (72) mit einem optischen Ausgang (74) und einem elektrischen Anschluss (65), der auf einer ersten Oberfläche (75) des Lichtgenerators angeordnet ist;
 - 15 • einem Lichtwellenleiter (40), der mehrere beabstandete lichtleitfähige Kerne (45) enthält, die jeweils erste und zweite Enden aufweisen, die an entgegengesetzten Enden des Wellenleiters optisch zugänglich sind, wobei
20 mehrere elektrische Leiter (50) jeweils einem unterschiedlichen Kern der mehreren Kerne (45) zugehörig sind und extern zugängliche Kontakte (52) aufweisen, die in einem ersten Ende (55) des Wellenleiters neben dem ersten Ende des zugehörigen Kerns (45) positioniert sind, und ein extern zugänglicher Abschnitt (58) auf einer äußeren Oberfläche des Lichtwellenleiters (40) positioniert ist, wobei der Wellenleiter (40) ferner mehrere Ausrichtungsmuffen (16) enthält, die in einem zweiten
25 Ende des Wellenleiters (40), das dem ersten Ende (55) gegenüberliegt, ausgebildet sind;
- wobei der Lichtdetektor (72) an dem ersten Ende des Lichtwellenleiters (40) befestigt ist und der optische Eingang (74) im Wesentlichen zum ersten Ende eines ersten
30 Kerns (45) der mehreren Kerne ausgerichtet ist und der elektrische Anschluss (65) mit dem extern zugänglichen Kontakt (52) des elektrischen Leiters (50), der dem ersten Kern (45) zugehörig ist, in elektrischem Kontakt ist;

- wobei der Lichtgenerator (72) an dem ersten Ende des Lichtwellenleiters (40) befestigt ist und der optische Ausgang (74) im Wesentlichen zum ersten Ende eines zweiten Kerns (45) der mehreren Kerne ausgerichtet ist und der elektrische Anschluss (65) mit dem extern zugänglichen Kontakt (52) des elektrischen Leiters (50), der dem zweiten Kern (45) zugehörig ist, in elektrischem Kontakt ist;
- einer ersten integrierten Schaltung (36), die einen Sender enthält, mit elektrischen Eingangs- und Ausgangsanschlüssen (26, 31);
 - einer zweiten integrierten Schaltung (37), die einen Empfänger enthält, mit elektrischen Eingangs- und Ausgangsanschlüssen (26, 32);
 - einer Leiter- und Bestückungskarte (25), die einen ersten Montagebereich (27), auf dem die optische Schnittstelle (35), die den Wellenleiter, den Lichtdetektor und den Lichtgenerator enthält, montiert ist, wobei das zweite Ende des Wellenleiters neben einer äußeren Kante der Karte positioniert ist und von dieser nach außen zeigt, einen zweiten Montagebereich (28), auf dem die erste integrierte Schaltung (36) montiert ist und der elektrische Leiter (31) enthält, die sich von einer Stelle neben dem ersten Montagebereich (27) zu einer Stelle neben dem zweiten Montagebereich (28) erstrecken, und einen dritten Montagebereich (29) enthält, auf dem die zweite integrierte Schaltung montiert ist und der elektrische Leiter (32) enthält, die sich von einer Stelle neben dem ersten Montagebereich (27) zu einer Stelle neben dem dritten Montagebereich (29) erstrecken, wobei die Karte (25) außerdem elektrische Eingangs- und Ausgangsanschlüsse (18) enthält; und
 - den elektrischen Leitern (31), die sich von einer Stelle neben dem ersten Montagebereich (27) zu einer Stelle neben dem zweiten Montagebereich (28) erstrecken und mit

dem elektrischen Ausgangsanschluss des Senders und mit dem extern zugänglichen Abschnitt (58) des elektrischen Leiters (50), der dem ersten Kern (45) zugehörig ist, in elektrischem Kontakt sind, und wobei der elektrische Eingangsanschluss des Senders mit einem Eingangsanschluss (18) der Leiter- und Bestückungskarte (25) in elektrischem Kontakt ist, und wobei die elektrischen Leiter (32), die sich von einer Stelle neben dem ersten Montagebereich (27) zu einer Stelle neben dem dritten Montagebereich (29) erstrecken, mit dem elektrischen Eingangsanschluss des Empfängers und mit dem extern zugänglichen Abschnitt (58) des elektrischen Leiters (50), der dem zweiten Kern (45) zugehörig ist, in elektrischem Kontakt sind, und wobei der elektrische Ausgangsanschluss des Empfängers mit einem Ausgangsanschluss (18) der Leiter- und Bestückungskarte (25) in elektrischem Kontakt ist.

2. Optisches Sender-Empfänger-Modul nach Anspruch 1, ferner dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtdetektor und der Lichtgenerator in einer einzigen Einheit (70) vorgesehen sind.
3. Optisches Sender-Empfänger-Modul nach Anspruch 1, ferner dadurch gekennzeichnet, dass die ersten (36) und zweiten (37) integrierten Schaltungen auf einem einzigen Halbleiterchip vorgesehen sind.
4. Optisches Sender-Empfänger-Modul nach Anspruch 1, ferner dadurch gekennzeichnet, dass der Sender eine CMOS-Gatter-Schaltung (38) enthält.

5. Optisches Sender-Empfänger-Modul nach Anspruch 4, ferner dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtgenerator einen Laser mit extrem kleinem Schwellenwert enthält und die im Sender enthaltene CMOS-Gatter-Schaltung mit dem Laser mit extrem kleinem Schwellenwert direkt verbunden ist.
6. Optisches Sender-Empfänger-Modul nach Anspruch 1, ferner dadurch gekennzeichnet, dass der Empfänger in der zweiten integrierten Schaltung (37) eine Eingangsstufe (82), die einen Eingangsanschluss (84) zum Empfangen nicht linearer Eingangssignale und einen Ausgangsanschluss besitzt, der Ausgangssignale liefert, die eine Anzeige der vorderen und hinteren Flanken des empfangenen nicht linearen Eingangssignals sind, einen Verstärker (88), der geschaltet ist, um die Ausgangssignale von der Eingangsstufe zu empfangen, und der an seinem Ausgangsanschluss verstärkte Ausgangssignale liefert, und eine Hysteresestufe (90) enthält, die geschaltet ist, um die verstärkten Ausgangssignale vom Ausgangsanschluss des Verstärkers (88) zu empfangen, und um eine verstärkte Kopie des nicht linearen Eingangssignals rückzukoppeln.
7. Optisches Sender-Empfänger-Modul nach Anspruch 1, ferner durch einen elektrischen Referenzleiter (46) gekennzeichnet, der im Lichtwellenleiter (40) mit einem extern zugänglichen Kontakt (59) ausgebildet ist, der im Ende (60) des Wellenleiters (40) neben dem ersten Ende des Kerns (45) positioniert ist und wobei ein extern zugänglicher Abschnitt (62) auf einer äußeren Oberfläche des Wellenleiters (40) positioniert ist, und wobei der Lichtdetektor und der Lichtgenerator (70) jeweils einen Referenzanschluss (64) besitzen, der auf deren erster Oberfläche (75) positioniert und mit dem extern zugänglichen Kontakt (55) des elektrischen Referenzleiters (46) in Kontakt ist.

8. Optisches Sender-Empfänger-Modul nach Anspruch 1, ferner dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtgenerator einen Oberflächenlaser mit vertikalem Hohlraum enthält.
- 5
9. Optisches Sender-Empfänger-Modul nach Anspruch 7, ferner dadurch gekennzeichnet, dass der in der ersten integrierten Schaltung enthaltene Sender eine Einzelgate-Schaltung (38) ist, wobei der elektrische Ausgangsanschluss mit dem
- 10 elektrischen Anschluss des Lichtgenerators (39) direkt verbunden ist.
10. Optisches Sender-Empfänger-Modul nach Anspruch 7, ferner dadurch gekennzeichnet, dass der in der zweiten integrierten Schaltung enthaltene Empfänger ein nicht linearer Stoßmodus-Datenempfänger (80) ist.
- 15

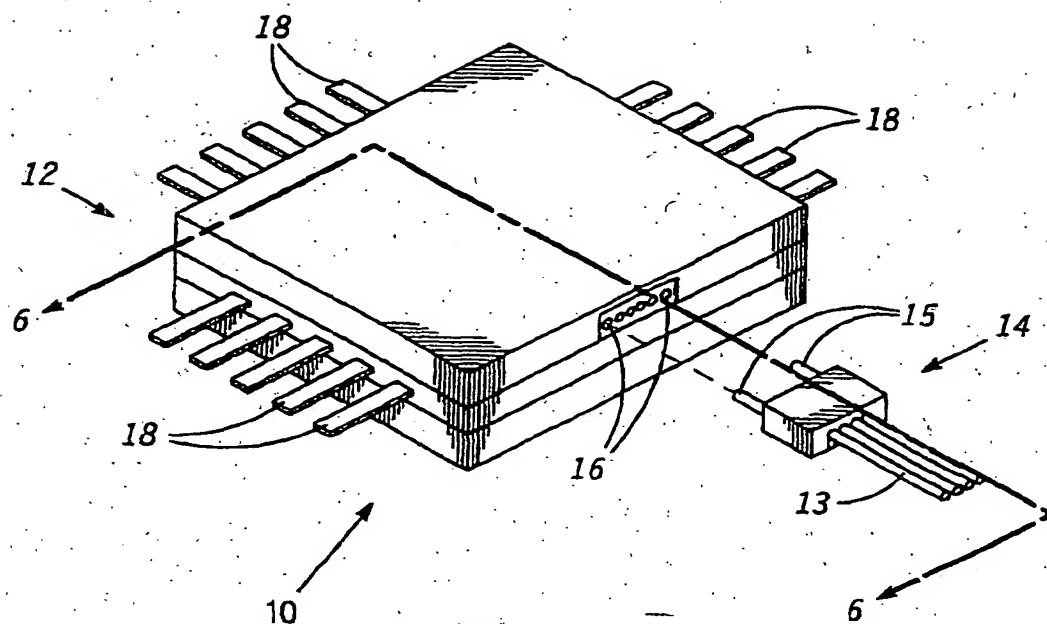


FIG. 1

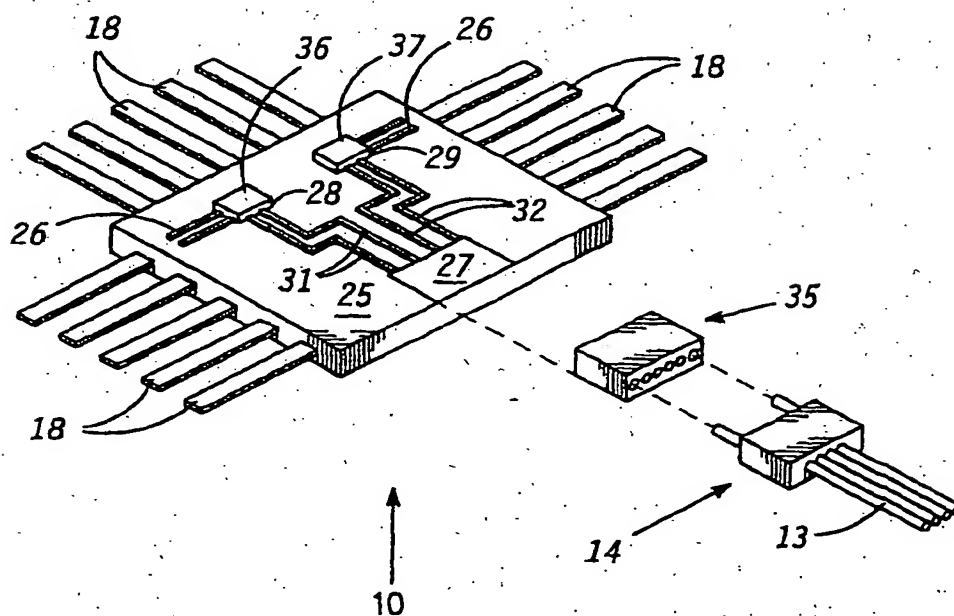


FIG. 3

2/5

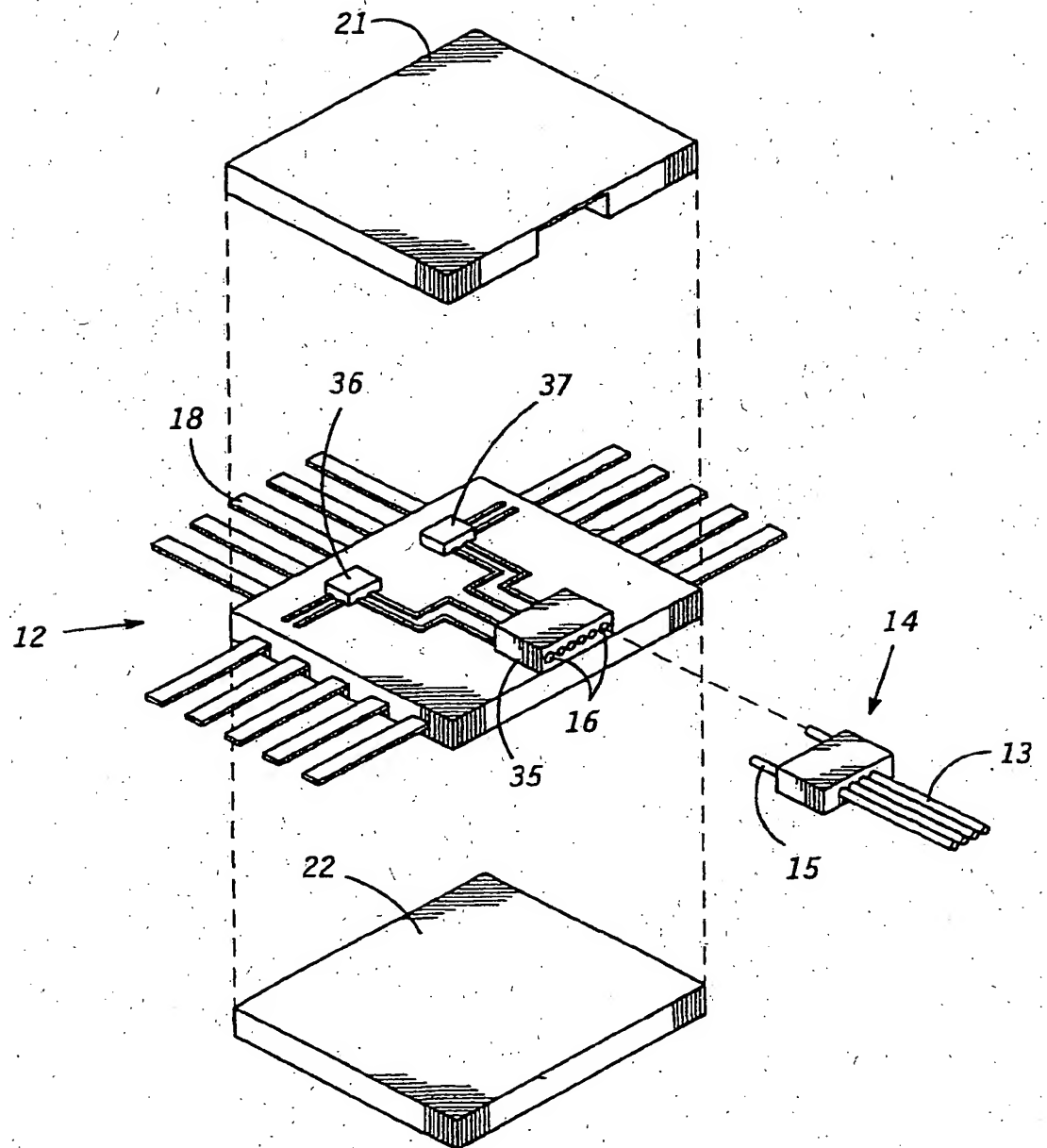


FIG. 2

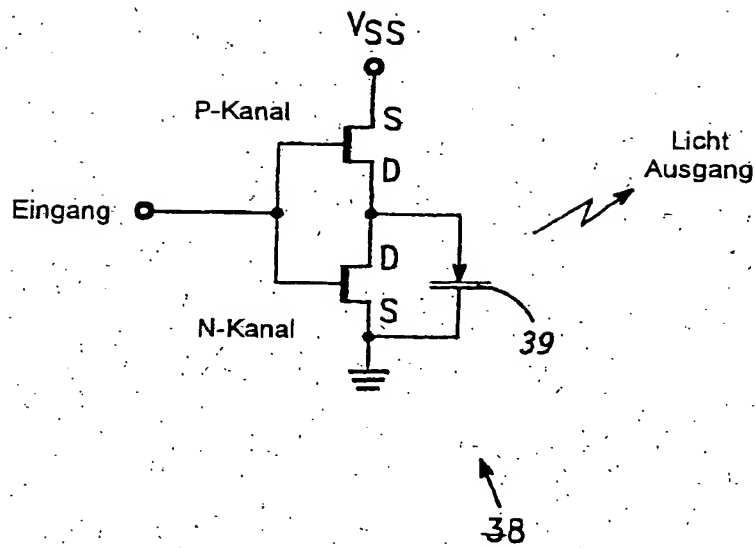


FIG. 4

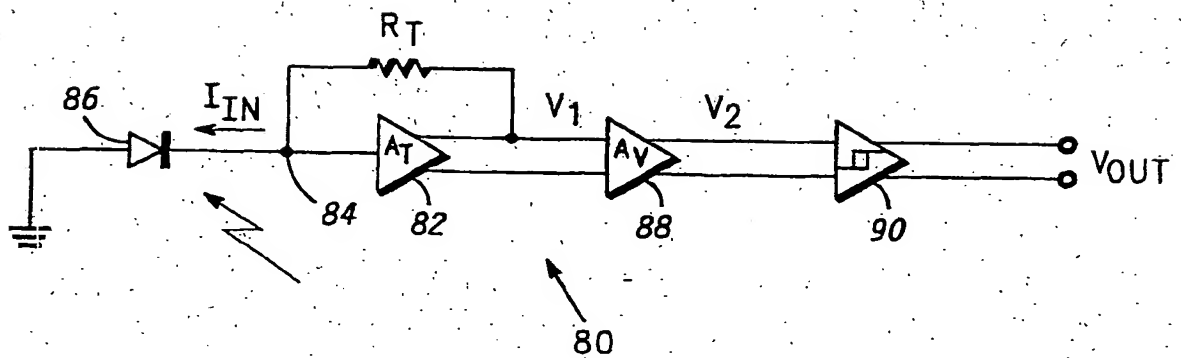


FIG. 5

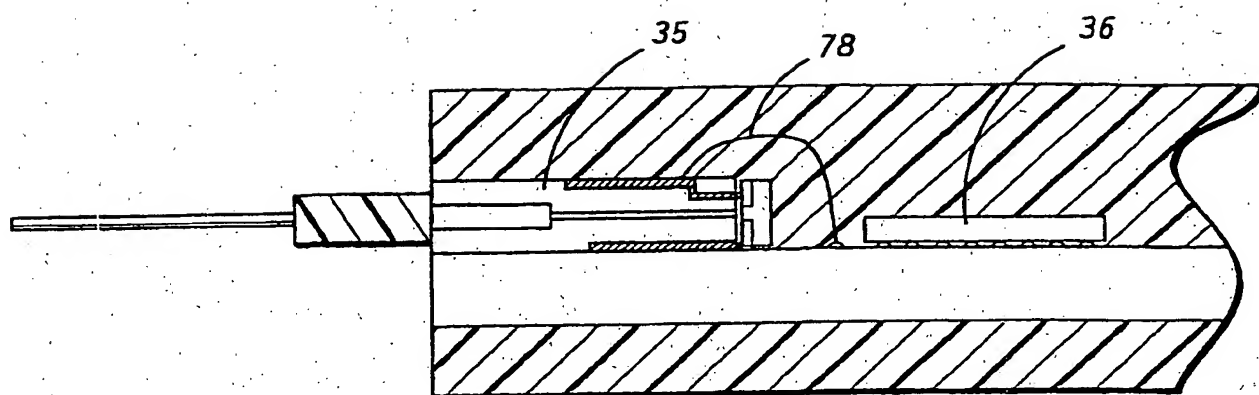


FIG. 6

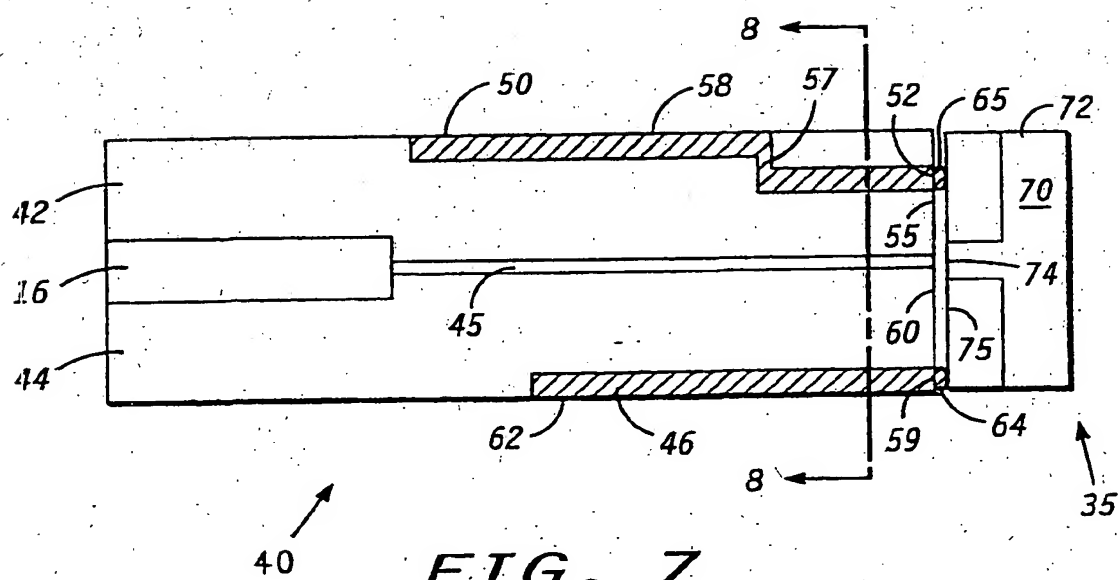
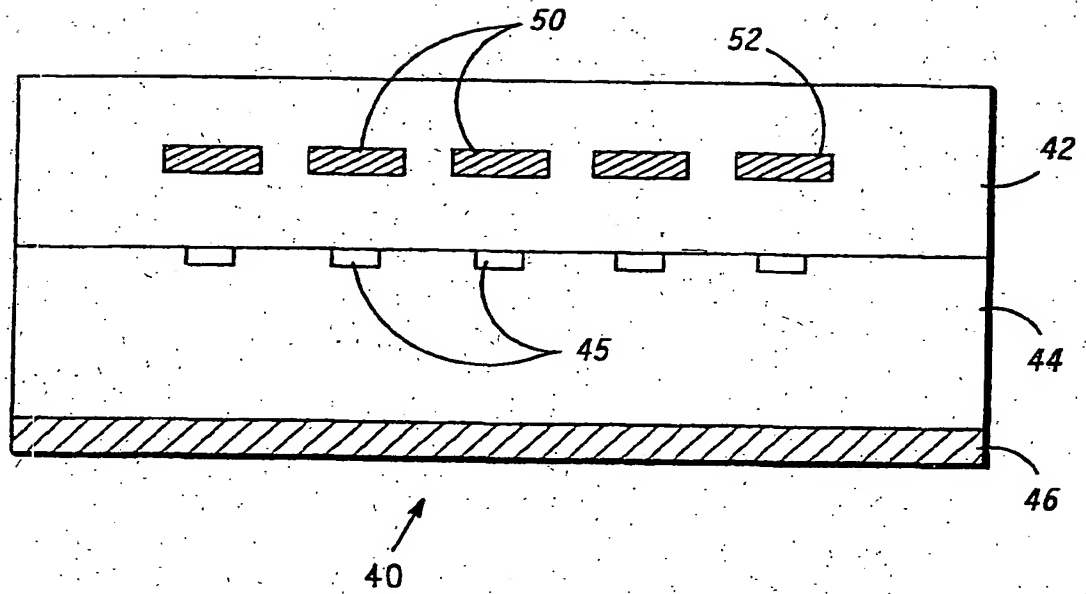


FIG. 7

**FIG. 8**